



## Vorrichtung und Verfahren zur Abgas- und Katalysatortemperaturermittlung

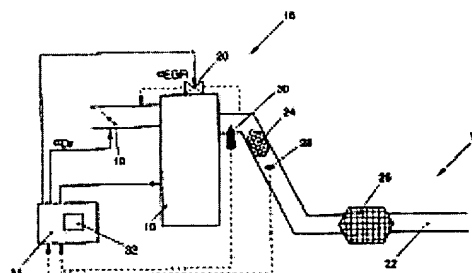
**Patent number:** DE19961164  
**Publication date:** 2001-06-21  
**Inventor:** POTT EKKEHARD (DE)  
**Applicant:** VOLKSWAGENWERK AG (DE)  
**Classification:**  
- **international:** F01N11/00  
- **european:** F01N11/00B1  
**Application number:** DE19991061164 19991217  
**Priority number(s):** DE19991061164 19991217

**Also published as:**

 WO0144629 (A3)  
 WO0144629 (A2)

### Abstract of DE19961164

The invention relates to a method and a device for exhaust gas and catalyst temperature determination in an exhaust system of an internal combustion engine in a motor vehicle. Said exhaust system comprises an exhaust pipe, with at least one catalyst and operating parameters for the motor vehicle and the associated power unit are fed in to a motor control unit and determined, by means of a model, are (a) an exhaust gas temperature ( $T_{ab}$ ) downstream of a temperature sensor (28), depending on a heat loss ( $vr_{ver}$ ) in the exhaust pipe (22) and a thermal inertia of the exhaust pipe (22) and/or (b) the catalyst temperature ( $T_k$ ), depending on a mean adiabatic temperature ( $T_{m,k}$ ) of the catalyst, a heat loss ( $K_{ver}$ ) in the catalyst, an effect of a pollutant conversion ( $K_{um}$ ) and an exhaust gas temperature value ( $T_{ab,vk}$ ), taken before the catalyst.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



P037737/DE/1

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

## DE 199 61 164 A 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
F 01 N 11/00

34

21 Aktenzeichen: 199 61 164.5  
22 Anmeldetag: 17. 12. 1999  
43 Offenlegungstag: 21. 6. 2001

DE 199 61 164 A 1

71 Anmelder:  
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

72 Erfinder:  
Pott, Ekkehard, 38518 Gifhorn, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE	43 10 961 C1
DE	44 33 632 A1
DE	44 33 631 A1
DE	44 26 020 A1
DE	43 44 137 A1
DE	43 38 342 A1
DE	43 30 997 A1
DE	42 24 811 A1

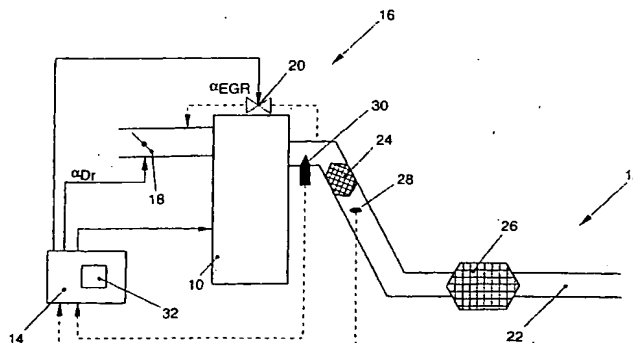
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Vorrichtung und Verfahren zur Abgas- und Katalysatortemperaturermittlung

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Abgas- und Katalysatortemperaturermittlung in einer Abgasanlage einer Verbrennungskraftmaschine von Kraftfahrzeugen, wobei die Abgasanlage eine Abgaskanal mit wenigstens einem Katalysator umfaßt und Betriebsparameter des Kraftfahrzeugs und der damit verbundenen Aggregate in ein Motorsteuergerät eingelesen werden sowie anhand eines Modells

(a) eine Abgastemperatur ( $T_{ab}$ ) stromab eines Temperaturfühlers (28) in Abhängigkeit von einem Wärmeverlust ( $v_{ver}$ ) im Abgaskanal (22) und einer thermischen Trägheit des Abgaskanals (22) und/oder

(b) die Katalysatortemperatur ( $T_k$ ) in Abhängigkeit von einer adiabaten mittleren Temperatur ( $M_{m,k}$ ) des Katalysators, einem Wärmeverlust ( $k_{ver}$ ) im Katalysator, einem Einfluß einer Schadstoffumsetzung ( $k_{um}$ ) und einer zuvor ermittelten Abgastemperatur ( $T_{ab,vk}$ ) vor dem Katalysator ermittelt wird.



DE 199 61 164 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Abgas- und Katalysatortemperaturermittlung in einer Abgasanlage einer Verbrennungskraftmaschine von Kraftfahrzeugen mit den in den unabhängigen Ansprüchen genannten Merkmalen.

Moderne Verbrennungskraftmaschinen weisen in ihrer Abgasanlage Komponenten wie Partikelfilter oder Katalysatoren auf, die zur Reinigung eines Abgases der Verbrennungskraftmaschine dienen. Zum optimalen Betrieb dieser Komponenten ist es unter anderem notwendig, die Abgastemperatur und/oder die Katalysatortemperatur in vorgegebenen Bereichen einzuregeln. So ist eine katalytische Aktivität bekannter Katalysatoren zur Konvertierung von Schadstoffen des Abgases stark temperaturabhängig. Das heißt, es muß eine Mindesttemperatur am Katalysator überschritten werden (Anspringtemperatur), um eine Reduktion der Schadstoffemissionen überhaupt zu ermöglichen. Als Katalysatoren kommen beispielsweise in Frage Oxidationskatalysatoren, 3-Wege-Katalysatoren oder auch  $\text{NO}_x$ -Katalysatoren.

Weiterhin ist es bekannt, in der Abgasanlage sogenannte Absorber anzuordnen, die in bestimmten Betriebszuständen der Verbrennungskraftmaschine ausgewählte Schadstoffkomponenten, beispielsweise HC oder  $\text{NO}_x$ , einspeichern. Neben der bereits erwähnten Anspringtemperatur zur Gewährung ausreichender Aktivität der Katalysatoren muß nun einerseits sichergestellt werden, daß auch eine zur Absorption notwendige Mindesttemperatur überschritten ist und andererseits eine Desorptionstemperatur, bei der es schlagartig zur Freisetzung des eingespeicherten  $\text{NO}_x$  kommt, noch nicht erreicht wird. Weiterhin muß zum einwandfreien Betrieb von  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysatoren in regelmäßigen Abständen eine  $\text{SO}_x$ -Regeneration (Entschwefelung) durchgeführt werden, die im allgemeinen deutlich höhere Temperaturen erfordert. Somit besteht die Notwendigkeit, zum optimalen Betrieb der Abgasanlage gegebenenfalls Heizmaßnahmen oder Abkühlmaßnahmen einzuleiten. Dazu ist es selbstverständlich notwendig, die aktuelle Abgastemperatur beziehungsweise Katalysatortemperatur zu kennen. Eine direkte Erfassung in allen in Frage kommenden Bereichen der Abgasanlage mittels bekannter Temperaturfühler läßt sich häufig technisch nicht realisieren und wäre zudem mit einem erheblichen Kostenaufwand verbunden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren vorzugeben, mittels denen eine exakte Modellierung der Abgas- und Katalysatortemperatur ermöglicht wird, so daß auf einen Einsatz zusätzlicher, kostspieliger Sensoren verzichtet werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Vorrichtung und ein Verfahren mit den in den unabhängigen Ansprüchen genannten Merkmalen gelöst. Dazu wird auf die ohnehin, beispielsweise in einem Motorsteuergerät bereitgestellten Betriebsparameter des Kraftfahrzeuges und der damit verbundenen Aggregate zurückgegriffen. Diese Betriebsparameter werden in ein Motorsteuergerät eingelesen und anhand eines Modells

(a) eine Abgastemperatur stromab eines Temperaturfühlers in Abhängigkeit von einem Wärmeverlust im Abgaskanal und einer thermischen Trägheit des Abgaskanals und/oder

(b) die Katalysatortemperatur in Abhängigkeit von einer adiabaten, mittleren Temperatur des Katalysators, einem Wärmeverlust im Katalysator, einem Einfluß einer Schadstoffumsetzung und einer zuvor ermittelten Abgastemperatur vor dem wenigstens einen Katalysator

ermittelt. Die aufgezeigte Vorgehensweise zeichnet sich durch eine besonders robuste und sichere Bestimmung der für die Steuerung des Betriebs der Abgasanlage notwendigen Temperaturen aus.

Das Steuergerät kann als eigenständige Steuereinheit realisiert werden oder vorteilhafter Weise in das bereits vorhandene Motorsteuergerät integriert werden und beinhaltet das dort in digitalisierter Form hinterlegte Modell zur Abgas- und Katalysatortemperaturermittlung.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, den Wärmeverlust vom Temperaturfühler im Vorrohr bis zum Katalysator anhand von Größen, wie einem Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten, einer vom Temperaturfühler erfaßten Temperatur und einer Umgebungstemperatur, zu berechnen. Weiterhin läßt sich der Einfluß der thermischen Trägheit unter Annahme eines stationären Fließprozesses besonders einfach und exakt modellieren, indem die in einer vorhergehenden Berechnungsschleife ermittelte Abgastemperatur vor dem Katalysator berücksichtigt wird. Damit wird eine drastische Verringerung des Rechenaufwandes gegenüber den üblichen nichtlinearen Differentialgleichungen erzielt.

Ferner ist vorteilhaft, den Wärmeverlust des Katalysators aus den experimentell bestimmten Anteilen an freier und erzwungener Konvektion sowie an Strahlung zu bestimmen. Vorteilhaft ist auch, zur Ermittlung des Einflusses der Schadstoffumsetzung zunächst ein Schadstoffmassenstrom der einzelnen Schadstoffe zu ermitteln, beispielsweise anhand eines Signals eines vor dem Katalysator angeordneten Gassensors. Der derart ermittelte Schadstoffmassenstrom wird dann mit den Heizwerten der Schadstoffe multipliziert.

Die zur Bestimmung der Katalysatortemperatur notwendige mittlere adiabate Temperatur des Katalysators wird anhand der zuvor ermittelten Abgastemperatur vor dem Katalysator berechnet. Auch hier hat es sich als vorteilhaft erwiesen, eine in einer vorhergehenden Berechnungsschleife ermittelte Katalysatortemperatur analog der Vorgehensweise bei der Berechnung der Abgastemperatur zu berücksichtigen.

Durch die geschilderte Vorgehensweise kann eine Abgastemperatur im gesamten Bereich der Abgasanlage stromab eines vorhandenen Temperaturfühlers modelliert werden. Ferner läßt sich die Katalysatortemperatur für jeden in der Abgasanlage vorhandenen Katalysator stromab des Temperaturfühlers durch Wiederholung der vorgenannten Maßnahmen ermitteln.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer Verbrennungskraftmaschine mit einer Abgasanlage und  
Fig. 2 ein Prinzipschaltbild zur Ermittlung einer Abgas- und Katalysatortemperatur.

Die Fig. 1 zeigt eine Verbrennungskraftmaschine 10 mit einer Abgasanlage 12. Die Verbrennungskraftmaschine 10 kann in bekannter Weise über ein Motorsteuergerät 14 in ihren Betriebsparametern den jeweiligen fahrsituationsbedingten Erfordernissen angepaßt werden. Dazu werden beispielsweise von dem Motorsteuergerät 14 einer Abgasrückführeinrichtung 16 Stellgrößen, wie ein Drosselklappenwinkel  $\alpha_{Dr}$  einer Drosselklappe 18 oder ein Öffnungswinkel  $\alpha_{EGR}$  eines EGR-Ventiles 20, vorgegeben. Die Ermittlung und Vorgabe der Sollgrößen zur Einstellung der Betriebsparameter der Verbrennungskraftmaschine 10 ist bekannt und soll daher an dieser Stelle nicht näher erläutert werden.

Die Abgasanlage 12 umfaßt in einem Abgaskanal 22 angeordnete Komponenten, wie einen Vorkatalysator 24, einen Hauptkatalysator 26, einen Temperaturfühler 28 sowie einen Gassensor 30. Denkbar ist auch, weitere Komponenten, wie beispielsweise Partikelfilter oder zusätzliche Katalysatoren, in der Abgasanlage 12 anzuordnen. Das geschilderte Verfahren ermöglicht eine Berechnung der Abgastemperatur in allen Bereichen stromab des Temperaturfühlers 28 und der Temperatur aller dort angeordneten Katalysatoren.

Die durch die Sensoren 28, 30 erfaßten Betriebsparameter des Abgases werden in ein Steuergerät 32 eingelesen. In dem Steuergerät 32 ist ein Modell zur Ermittlung der Abgas- und Katalysatortemperaturen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hinterlegt. Das Steuergerät 32 kann in das Motorsteuergerät 14 integriert werden aber auch als eigenständige Einheit betrieben werden.

Zur Ermittlung der Abgas- und Katalysatortemperaturen kann wie folgt vorgegangen werden (siehe Prinzipschaltbild der Fig. 2):

Die Berechnung läßt sich in fünf Abschnitte gliedern, nämlich in

1. eine Berechnung der Wärmeverluste  $v_{r,ver}$  in der Abgasanlage 12 stromab von dem Temperaturfühler 28 bis zu dem Hauptkatalysator 26, im weiteren als Vorrohr bezeichnet (Schritt S1);
2. eine Berechnung einer Abgastemperatur  $T_{ab,vk}$  vor dem Katalysator 26 unter Berücksichtigung einer thermischen Trägheit des Vorrohres (Schritt S2);
3. eine Berechnung einer adiabaten mittleren Temperatur  $T_{m,k}$  im Katalysator 26 (Schritt S3);
4. eine Berechnung der Wärmeverluste  $k_{ver}$  im Katalysator 26 (Schritt S4) und
5. eine Berechnung der Katalysatortemperatur  $T_k$  unter Berücksichtigung einer Schadstoffumsetzung  $k_{um}$  im Katalysator 26 (Schritt S5). Die Schritte S4 und S5 können dabei in beliebiger Reihenfolge ablaufen.

Im Schritt S1 werden die Wärmeverluste  $v_{r,ver}$  am Vorrohr ermittelt. Dazu umfaßt das Modell eine Prozedur, in der ein Wärmedurchgangskoeffizient  $k_f$  des Vorrohres, eine durch den Temperaturfühler 28 erfaßte Temperatur  $T_{ab,sen}$  und eine Umgebungstemperatur  $T_{umg}$  einfließen. Der Wärmedurchgangskoeffizient  $k_f$  kann in Abhängigkeit von den Außen- und Innenflächen  $d_{rohr,a}$ ,  $d_{rohr,i}$  des Vorrohres und den dazugehörigen Wärmeübergangskoeffizienten  $\alpha_a$ ,  $\alpha_i$  berechnet werden. Dabei ist der innere Wärmeübergangskoeffizient  $\alpha_i$  über den Zusammenhang

$$\alpha_i = \frac{Nu \cdot \lambda_{ab}}{d_{rohr,i}} \quad (I)$$

bestimmbar, wobei  $Nu$  eine Nusseltzahl,  $\lambda_{ab}$  eine Wärmeleitfähigkeit des Abgases und  $d_{rohr,i}$  der Innendurchmesser des Abgasrohres ist. Die Nusseltzahl  $Nu$  ergibt sich nach der Rechenvorschrift

$$Nu = 0,0214 \cdot (Re^{0,8} - 100) \cdot Pr^{0,4} \cdot \left[ 1 + \left( \frac{d_{rohr,i}}{l_{rohr}} \right)^{0,667} \right] \quad (II)$$

bei der  $Re$  für eine Reynoldszahl,  $Pr$  für eine Prandtl-Zahl und  $l_{rohr}$  für eine Länge des Vorrohres stehen, wobei die Reynoldszahl  $Re$  aus dem Zusammenhang:

$$Re = \frac{V_{ab} \cdot d_{rohr,i}}{\mu_{ab}} \quad (III)$$

mit  $V_{ab}$  als mittlere Geschwindigkeit des Abgases und  $\mu_{ab}$  als kinematische Viskosität des Abgases ermittelbar ist. Die mittlere Geschwindigkeit des Abgases  $V_{ab}$  und die kinematische Viskosität des Abgases  $\mu_{ab}$  lassen sich in Abhängigkeit von der durch Temperaturfühler 28 gemessenen Temperatur  $T_{ab,sen}$  beziehungsweise einem Abgasmassenstrom  $m_{ab,s}$  sowie einer mittleren Dichte  $\rho_{ab}$  des Abgases und dem Innendurchmesser des Rohres  $d_{rohr,i}$  nach den Formeln

$$\mu_{ab} = (110 + 1,25 \cdot T_{ab,sen}) \cdot 10^{-7} \quad (IV)$$

und

$$V_{ab} = \frac{m_{ab,s}}{\rho_{ab} \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot d_{rohr,i}} \quad (V)$$

bestimmen.

$m_{ab,s}$  ergibt sich aus den gemessenen Größen Luftmassenstrom  $m_{luft}$  und Kraftstoffmassenstrom  $m_{kst}$ . Nach Ermittlung der vorgenannten Größen läßt sich eine Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_{rohr}$  des Vorrohres und nachfolgend der Wärmedurchgangskoeffizient  $k_f$  den Formeln

$$r_{rohr} = \frac{\ln\left(\frac{d_{rohr,i}}{d_{rohr,a}}\right)}{2\pi \cdot \lambda_{rohr} \cdot l_{rohr}} \quad (VI)$$

und

$$\frac{1}{kf} = \frac{1}{\alpha_a \cdot \alpha_{rohr,a}} + r_{rohr} + \frac{1}{\alpha_i \cdot \alpha_{rohr,i}} \quad (VII)$$

entnehmen.

Demnach ist der Wärmeverlust  $v_{rver}$  am Vorrohr über den Zusammenhang

$$v_{rver} = kf \cdot (T_{ab,sen} - T_{umg}) \quad (VIII)$$

berechenbar und steht den weiteren Berechnungen zur Verfügung.

Zur Berechnung der Abgastemperatur  $T_{ab,vk}$  vor dem Katalysator 26 (Schritt S2) muß die thermische Trägheit des Vorrohres, das heißt deren massenbehafteter Einfluß auf die Energiebilanz ( $v_{rtemp}$ ), bewertet werden. Bei bekannter Vorrohrmasse  $m_{vr}$  und bekannten spezifischen Wärmekapazitäten des Vorrohres  $cp_{rohr}$  und des Abgases  $cp_{ab}$  läßt sich eine Energiebilanz des Masseneinflusses und des Wärmeverlustes  $v_{rver}$  nach der Formel

$$m_{ab,s} \cdot cp_{ab} \cdot T_{ab,vk} = m_{ab,s} \cdot cp_{ab} \cdot T_{ab,sen} - v_{rver} - m_{vr} \cdot cp_{rohr} \cdot (T_{ab,vk} - T_{ab,vk1}) \quad (IX)$$

aufstellen.  $T_{ab,vk1}$  gibt dabei die Abgastemperatur vor dem Katalysator 26 der letzten Berechnungsschleife an. Durch Aufnahme eines solchen Schrittes kann auf die Anwendung aufwendiger Differentialgleichungen und iterativer Rechenverfahren verzichtet werden, so daß sich der Rechenaufwand stark verringert. Die aktuelle Abgastemperatur  $T_{ab,vk}$  vor dem Katalysator 26 ergibt sich damit nach der Formel:

$$T_{ab,vk} = \frac{m_{ab,s} \cdot cp_{ab} \cdot T_{ab,sen} + m_{vr} \cdot cp_{rohr} \cdot T_{ab,vk1} - v_{rver}}{m_{ab,s} \cdot cp_{ab} + m_{vr} \cdot cp_{rohr}} \quad (X)$$

Die zuvor ermittelte Abgastemperatur  $T_{ab,vk}$  fließt nun ihrerseits in eine Berechnung einer adiabaten mittleren Temperatur  $T_{m,k}$ , bei der ein Einfluß einer Katalysatormasse auf die Temperatur berücksichtigt wird, ein. Die Katalysatortemperaturberechnung ist mit hoher Genauigkeit noch durch folgende Vereinfachungen durchführbar:

- der Katalysator 26 ist ein idealer Wärmetauscher, so daß am Katalysatorende die Abgastemperatur der Katalysatortemperatur entspricht;
- die Temperaturberechnung erfolgt für einen adiabaten Katalysator 26;
- ein Wärmeverlust  $T_{m,k,ver}$  am Katalysator 26 bezieht sich auf die zuvor ermittelte Katalysatortemperatur;
- die Schadstoffumsetzung  $k_{um}$  auf dem Katalysator 26 findet gleichzeitig über die gesamte Katalysatorlänge statt und wird der wärmeverlustkorrigierten Katalysatortemperatur zugeschlagen.

Die Genauigkeit eines solchen eingeschränkten Modells steigt mit sinkender Temperaturdynamik, abnehmendem Schadstoffgehalt und steigenden Abgasmassenströmen.

Analog zur Berechnung der Abgastemperatur wird auch zur Ermittlung des Einflusses einer Katalysatormasse  $m_k$ , das heißt bei der Berechnung einer mittleren adiabaten Temperatur  $T_{m,k}$  des Katalysators 26, eine in einer vorherigen Berechnungsschleife ermittelte Temperatur  $T_{m,k1}$  berücksichtigt. Bei bekannter Katalysatormasse  $m_k$  und bekannter spezifischer Wärmekapazität des Katalysators 26  $cp_k$  kann die aktuelle mittlere adiabate Temperatur  $T_{m,k}$  nach der Formel

$$T_{m,k} = \frac{m_{ab,s} \cdot cp_{ab} \cdot T_{ab,vk} + m_k \cdot cp_k \cdot T_{m,k1}}{m_{ab,s} \cdot cp_{ab} + m_k \cdot cp_k} \quad (XI)$$

ermittelt werden.

Im Schritt S4 wird ein Wärmeverlust  $k_{ver}$  am Katalysator 26 ermittelt. Dazu müssen experimentell zwei Koeffizienten  $f_{k1}$  und  $f_{k2}$  für die freie Konvektion und Strahlung sowie die erzwungene Konvektion am Katalysator 26 bestimmt werden. Mit bekannter Fahrzeuggeschwindigkeit  $v_{fzg}$  gilt für eine aktuelle Katalysatortemperatur  $T_{m,k,ver}$  inklusive Wärmeverlust  $k_{ver}$  der Zusammenhang:

$$T_{m,k,ver} = T_{m,k} - f_{k1} \cdot (T_{m,k} - T_{umg}) - f_{k2} \cdot v_{fzg} \cdot (T_{m,k} - T_{umg}) \quad (XII)$$

Im Schritt S5 läßt sich ein Einfluß der Schadstoffumsetzung  $k_{um}$  auf die Temperatur  $T_k$  des Katalysators 26 ermitteln. Dazu wird aus einem hinter der Verbrennungskraftmaschine 10 mit dem Gassensor 30 gemessenen Abgaslambdawert  $\lambda_{nm}$  zunächst ein Anteil einer Nacheinspritzmenge  $M_{E,ne}$  nach Brennende herausgerechnet. Dem somit erzielten Brennverlauf  $\lambda_{brenn}$  werden die Schadstoffkoeffizienten  $f_{HC,brenn}$  und  $f_{CO,brenn}$  zugeordnet, die multipliziert mit einer Motordrehzahl  $n$  näherungsweise den HC- und CO-Schadstoffmassenstrom  $m_{HC,brenn}$  und  $m_{CO,brenn}$  im Abgas ohne Einfluß der Nacheinspritzung beschreiben. Diese Berechnungen können in bekannter Weise unter Berücksichtigung einer An-

zahl  $n_{zy}$  an Zylindern und ein Einspritzbeginn  $SB_{ne}$  der Nacheinspritzung durchgeführt werden. Den Schadstoffmassenströmen  $m_{HC,brenn}$ ,  $m_{CO,brenn}$  werden noch die Nacheinspritzmengenanteile nach Brennende  $m_{HC,ne}$  und  $m_{CO,ne}$  zugeschlagen. Es gilt dann:

$$m_{CO} = m_{CO,brenn} + m_{CO,ne}; m_{HC} = m_{HC,brenn} + m_{HC,ne} \quad (XIII)$$

Bei Bedarf läßt sich diese Vorgehensweise auf weitere Schadstoffe, zum Beispiel  $H_2$ , ausdehnen.

Bei bekannter Vorkatalysatortemperatur  $T_{vk}$  kann eine katalytische Aktivität hinsichtlich der Schadstoffumsetzung im Vorkatalysator 24 berechnet werden. Dabei gilt näherungsweise, daß die Temperatur  $T_{vk}$  im Vorkatalysator 26 in etwa der Temperatur  $T_{ab,sen}$  am Temperaturfühler 28 entspricht. Bei bekannten Raumgeschwindigkeiten  $v_{kvol}$ ,  $k_{vol}$  am Vorkatalysator 24 und am  $NO_x$ -Speicherkatalysator 26 kann kennfeldmäßig ein Konvertierungsanteil des Vorkatalysators 24 für HC und CO ( $kon_{vk,HC}$  und  $kon_{vk,CO}$ ) ausgelesen werden und über  $\lambda_{nm}$  korrigiert werden. Die nicht konvertierten Schadstoffmassenströme  $m_{HC,k}$  und  $m_{CO,k}$  werden entsprechend ihren Heizwerten  $h_{u,HC}$  und  $h_{u,CO}$  an dem Katalysator 26 umgesetzt und erhöhen durch Freigabe ihres Energiegehaltes  $e_{HC,k}$  und  $e_{CO,k}$  die Katalysatortemperatur  $T_k$ . Demnach gilt der Zusammenhang:

$$T_k = T_{m,k} + \frac{e_{HC,k} + e_{CO,k}}{m_{ab,s} \cdot cp_{ab} + m_k \cdot cp_k} \quad (XIV)$$

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Abgas- und/oder Katalysatortemperaturermittlung in einer Abgasanlage einer Verbrennungskraftmaschine von Kraftfahrzeugen, wobei die Abgasanlage einen Abgaskanal mit wenigstens einem Katalysator umfaßt und Betriebsparameter des Kraftfahrzeugs und der damit verbundenen Aggregate in ein Motorsteuergerät eingelesen werden sowie anhand eines Modells

(a) eine Abgastemperatur ( $T_{ab}$ ) stromab eines Temperaturfühlers (28) in Abhängigkeit von einem Wärmeverlust ( $vr_{ver}$ ) im Abgaskanal (22) und einer thermischen Trägheit des Abgaskanals (22) und/oder

(b) die Katalysatortemperatur ( $T_k$ ) in Abhängigkeit von einer adiabaten mittleren Temperatur ( $T_{m,k}$ ) des Katalysators, einem Wärmeverlust ( $k_{ver}$ ) im Katalysator, einem Einfluß einer Schadstoffumsetzung ( $k_{um}$ ) und einer zuvor ermittelten Abgastemperatur ( $T_{ab,vk}$ ) vor dem Katalysator ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeverlust ( $vr_{ver}$ ) vom Temperaturfühler (28) bis zum Katalysator (26) (Vorrohr) über den Zusammenhang

$$vr_{ver} = kf \cdot (T_{ab,sen} - T_{umg}) \quad (VIII)$$

berechnet wird, wobei ( $kf$ ) ein Wärmeleitfähigkeitskoeffizient, ( $T_{ab,sen}$ ) eine vom Temperaturfühler (28) erfaßte Temperatur und ( $T_{umg}$ ) eine Umgebungstemperatur ist.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Einfluß die thermische Trägheit auf die Abgastemperatur ( $T_{ab,vk}$ ) über den Zusammenhang

$$T_{ab,vk} = \frac{m_{ab,s} \cdot cp_{ab} \cdot T_{ab,sen} + m_{vr} \cdot cp_{rohr} \cdot T_{ab,vk1} - vr_{ver}}{m_{ab,s} \cdot cp_{ab} + m_{vr} \cdot cp_{rohr}} \quad (X)$$

ermittelt wird, wobei ( $m_{ab,s}$ ) ein Abgasmassenstrom, ( $cp_{ab}$ ) und ( $cp_{rohr}$ ) die spezifischen Wärmekapazitäten des Vorröhrs und des Abgases, ( $m_{vr}$ ) eine Masse des Vorröhrs und ( $T_{ab,vk1}$ ) die Abgastemperatur vor dem Katalysator (26) der letzten Berechnung sind.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeverlust ( $k_{ver}$ ) des Katalysators (26) aus den experimentell bestimmten Anteilen an freier und erzwungener Konvektion sowie an Strahlung am Katalysator (26) bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung des Einflusses der Schadstoffumsetzung ( $k_{um}$ ) zunächst ein Schadstoffmassenstrom ( $m_{CO}$ ,  $m_{HC}$ ) der einzelnen Schadstoffe anhand eines Signals eines vor dem Katalysator (26) angeordneten Gassensors (30) bestimmt wird und mit den Heizwerten ( $h_{u,CO}$ ,  $h_{u,HC}$ ) der Schadstoffe multipliziert wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die mittlere adiabate Temperatur ( $T_{m,k}$ ) des Katalysators (26) anhand der Abgastemperatur ( $T_{ab,vk}$ ) vor dem Katalysator (26) berechnet wird.

7. Vorrichtung zur Abgas- und Katalysatortemperaturermittlung in einer Abgasanlage einer Verbrennungskraftmaschine von Kraftfahrzeugen, wobei die Abgasanlage einen Abgaskanal mit wenigstens einem Katalysator umfaßt und Mittel vorhanden sind, mit denen Betriebsparameter des Kraftfahrzeugs und der damit verbundenen Aggregate in ein Motorsteuergerät eingelesen werden sowie anhand eines Modells

(a) eine Abgastemperatur ( $T_{ab}$ ) stromab eines Temperaturfühlers (28) in Abhängigkeit von einem Wärmeverlust ( $vr_{ver}$ ) im Abgaskanal (22) und einer thermischen Trägheit des Abgaskanals (22) und/oder

(b) die Katalysatortemperatur ( $T_k$ ) in Abhängigkeit von einer adiabaten mittleren Temperatur ( $T_{m,k}$ ) des Katalysators, einem Wärmeverlust ( $k_{ver}$ ) im Katalysator, einem Einfluß einer Schadstoffumsetzung ( $k_{um}$ ) und einer zuvor ermittelten Abgastemperatur ( $T_{ab,vk}$ ) vor dem Katalysator

ermittelt wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel ein Steuergerät (32) umfassen, in dem das

Modell für die Berechnung der Abgas- und Katalysatortemperatur hinterlegt ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät (32) in das Motorsteuergerät (14) integriert ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



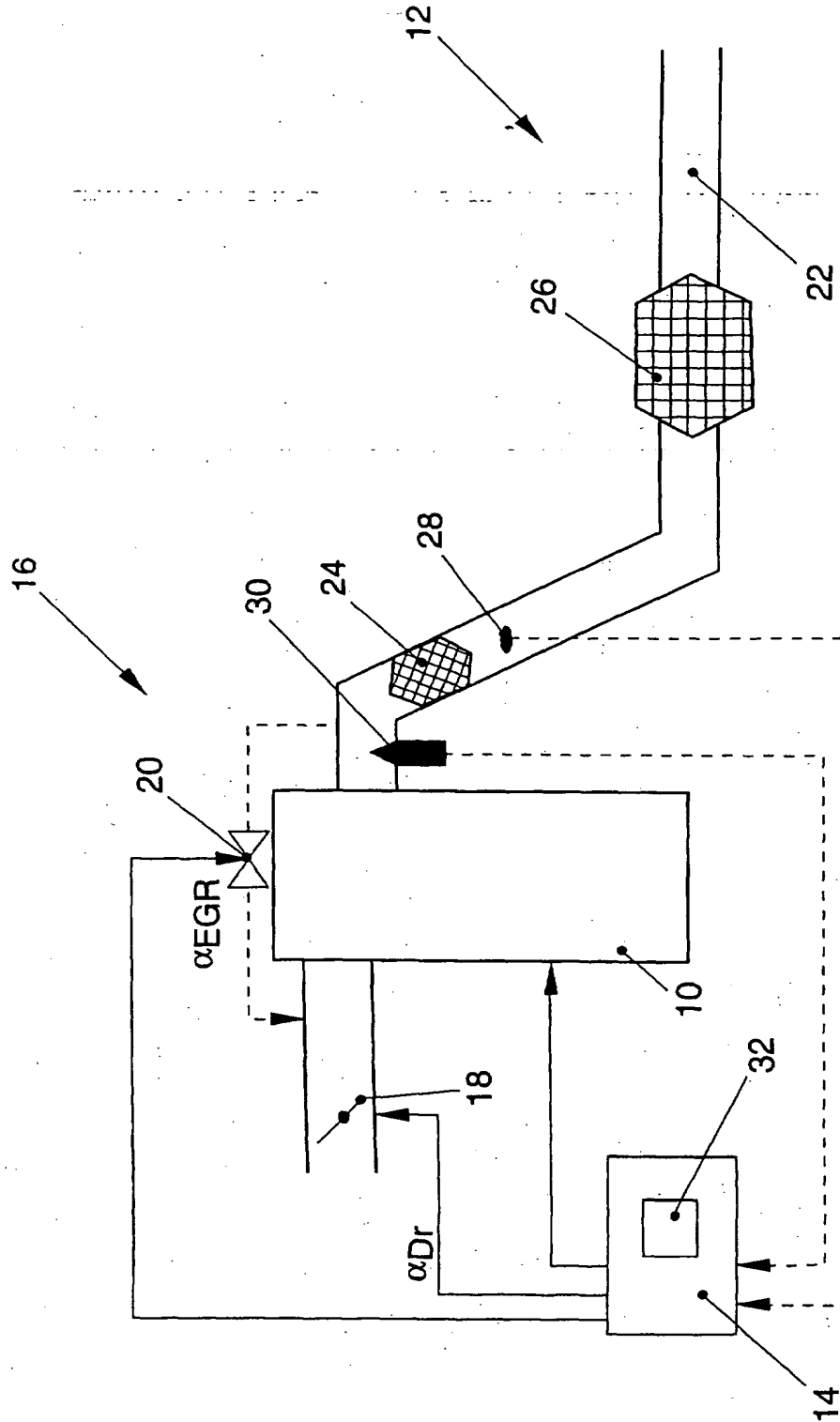


FIG. 1

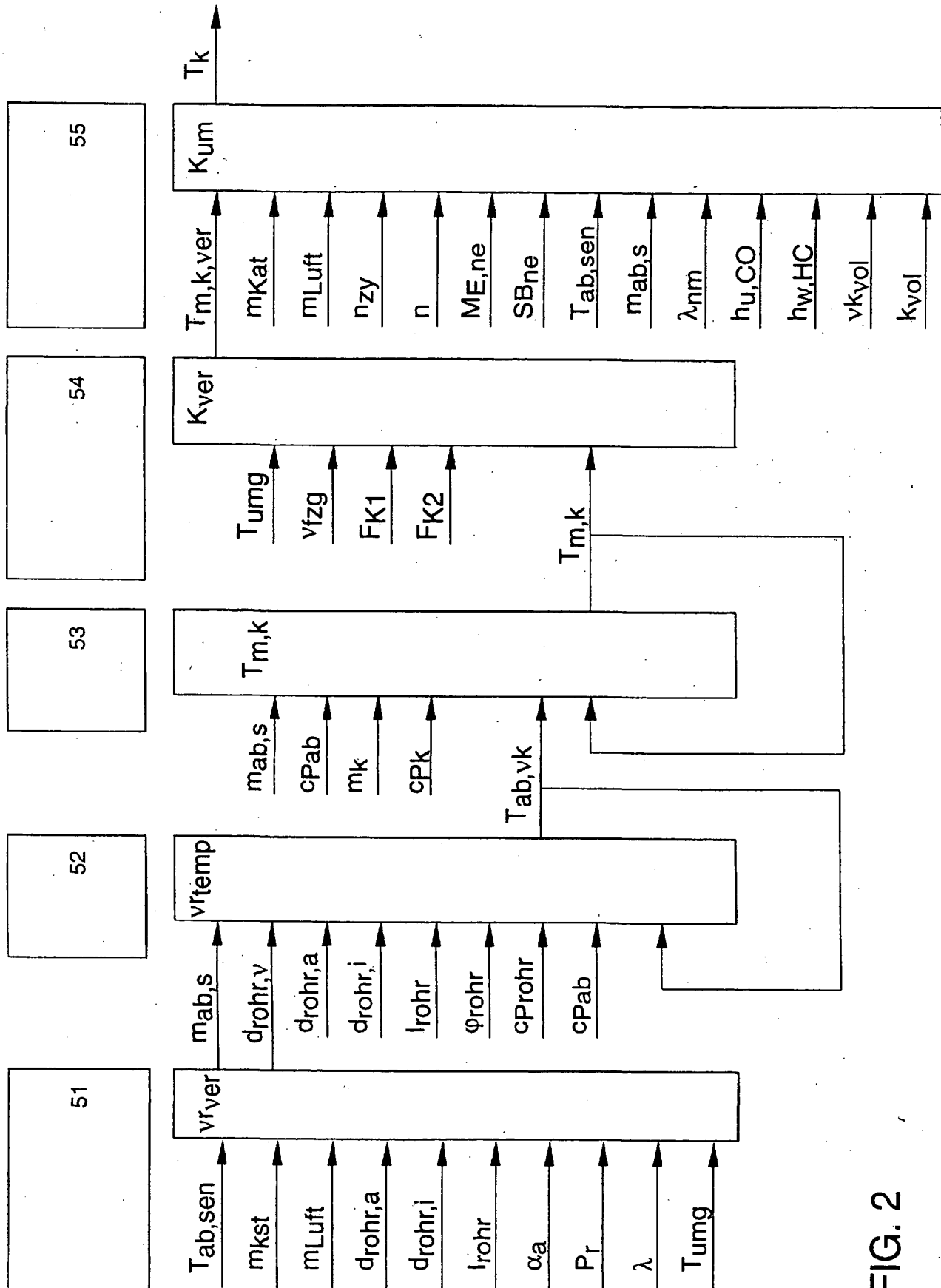


FIG. 2